

Perancangan Jaringan LTE (*Long Term Evolution*) Indoor di Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau

Triyanti*, Febrizal**

*Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Email: andikatanjung7@gmail.com

ABSTRACT

This paper purposes LTE (Long Term Evolution) network design using indoor system in the area of Gedung C faculty of engineering, Universitas Riau. The design was involved several stages namely data analysis based on link budget and COST 231 Multiwall, network planning based on coverage (coverage planning), network planning base on capacity (capacity planning) and the final stage of desain to do simulation using the software RPS 5.4 (Radio Propagation Simulator). This simulation using two scenarios, the first using calculation coverage planning obtained 9 antenna and second scenario using calculation of capacity planning obtained 6 antenna. Base on simulation, the best scenario is capacity planning with obtained parameters of the Receive Signal Level (RSL) at -63.65 dBm, while the value of Signal Interface Ratio (SIR) obtained is 21.02 dB.

Keywords : *LTE, Coverage, Capacity, Link Budget, RSL, SIR and COST 231 Multiwall*

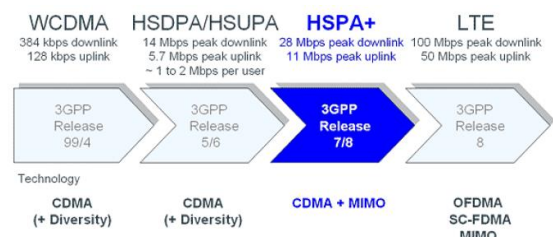
I. Pendahuluan

Jaringan seluler LTE (*Long Term Evolution*) merupakan jaringan yang mendukung kecepatan hingga 100 Mbps, dengan tujuan agar mampu menikmati layanan komunikasi yang cepat dan handal untuk dapat diakses dimanapun dan kapanpun. Satu tempat yang potensial dalam penerapan jaringan LTE adalah Gedung C Fakultas Teknik, gedung ini merupakan gedung yang digunakan untuk proses belajar mengajar dengan banyak pengguna setiap hari digedung tersebut. Kondisi ini tidak mencukupi kebutuhan komunikasi jaringan di Gedung C. Dalam permasalahan ini perlu dilakukan perancangan jaringan *indoor* digedung C agar mendapatkan jaringan yang lebih baik dan sesuai kebutuhan sehingga dapat menjadi acuan pada Gedung C jika akan dilakukan perancangan jaringan LTE *indoor*.

II. Dasar Teori

A. Teknologi Long Term Evolution (LTE)

LTE merupakan suatu perkembangan dari jaringan sebelumnya yaitu dimulai dari teknologi GSM/EDGE, WCDMA dan HSDPA. Evolusi untuk LTE pertama adalah release 8 dengan *technical standard* seri 36.



Gambar 1. Evolusi 3GPP

B. Coverage dan Capacity Planning

Coverage planning untuk menentukan jumlah antenna terlebih dahulu menghitung radius sel dengan perhitungan *link budget* dan propagasi model propagasi COST 231 *multiwall*. Untuk menentukan luas *area* yang

tercakup *femtocell* dengan luas *area* cakupan antena *omnidirectional* adalah 2,6 dB yaitu dengan rumus di bawah ini.

$$L = 2,6 d^2$$

Dari luas *area* untuk menentukan jumlah site antena menggunakan persamaan dibawah ini.

$$\text{jumlah FAP} = \frac{\text{luas yang direncanakan}}{\text{luas cakupan sel}}$$

Tujuan perhitungan *capacity* dilakukan untuk menentukan jumlah *user* yang dapat di cakup dalam satu sel dengan persamaan di bawah ini.

$$P_n = P_0 (1 + GF)^n$$

C. Perancangan jaringan *Indoor*

Suatu perancangan sistem dengan perangkat *transceiver* (pemancar dan penerima) yang dipasang di dalam gedung untuk melayani kebutuhan telekomunikasi di dalam gedung. Jaringan *LTE indoor* menggunakan konsep dasar antena/ *access point femtocell*. *Femtocell* menggunakan level daya rendah berfungsi untuk memperluas cakupan dan meningkatkan kapasitas.

D. Radio Link Budget

Perhitungan *link budget* untuk jaringan *LTE indoor* yang harus diperhatikan adalah :

1. Free space loss

$$L_P (FSL) = 32,45 + 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log d \text{ (KM)}$$

2. EIRP

$$EIRP = P_{tx} + G_{tx} - L_{tx}$$

3. Receive Signal Level (RSL)

$$RSL = EIRP - L_{\text{Propagasi}} + G_{Rx} - L_{Rx}$$

E. Model propagasi *indoor*

Jaringan *indoor* mempunyai beberapa model propagasi seperti *one slope model*, *keenan motley* dan *COST 231 Multiwall*. Penelitian ini menggunakan model propagasi

COST 231 Multiwall, karena pada model propagasi ini seluruh dinding pada bidang *transmitter* dan *receiver* dipertimbangkan sedangkan untuk setiap properties materialnya juga diperhitungkan.

Persamaan model *COST 231 multiwall* :

$$L_T = L_{FSL} + L_C + \sum_{i=1}^m n_{wi} \cdot L_{wi} + n_f^{\left[\frac{nf+2}{nf+1}-b\right]} L_f$$

Keterangan :

L_{FSL} : loss free space

L_C : constant loss

L_{wi} : wall type loss (18 dB)

L_{w1} : L light wall

L_{w2} : L heavy wall

L_f : loss per floor

b : empirical parameter (0,46)

M : number of wall type (18 dB)

N_f : number of floors crossed by the path

F. Software *Radiowave Propagation Simulator* (RPS 5.4)

RPS merupakan program aplikasi desktop yang berfungsi untuk analisa propagasi gelombang radio yang mendukung perancangan *indoor*.

G. Alokasi *Physical Cell Identity* (PCI)

PCI merupakan parameter yang digunakan untuk memberikan identitas tiap *transmitter* untuk mengirimkan informasi ke setiap pengguna sel tertentu, sehingga pengguna di sel lain tidak mengganggu di sel tersebut yang memudahkan pengidentifikasian *handover*.

III. Metode Penelitian

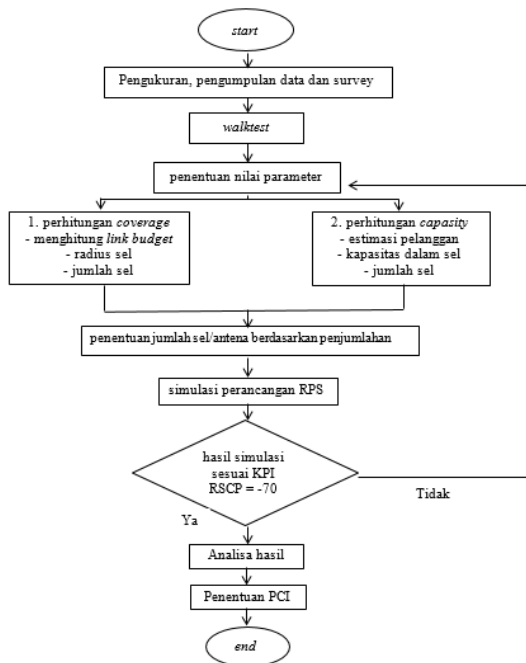
A. Profil Gedung C Fakultas Teknik

Tabel 1. Spesifikasi Gedung C

Gedung	Luas Gedung (m ²)	Tinggi gedung (m ²)
Lantai 1	3157	5.1
Lantai 2	3157	5.1
Lantai 3	3157	5.1

Gedung C Fakultas Teknik mempunyai 3 lantai dengan luas setiap lantai sama dan tinggi rata-rata adalah 5 m.

B. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

C. Pengukuran di lapangan (walktest)

Software dalam perancangan ini adalah *G-nettrack lite* dengan provider Telkomsel.

D. Perhitungan link budget

1. Free space loss

$$L_P (FSL) = 32,45 + 20 \log (1800) + 20 \log d$$

$$L_P (FSL) = 97,65 + 20 \log d$$

2. EIRP

$$EIRP = P_{tx} + G_{tx} - L_{tx}$$

$$EIRP = 23 + 0 - 3$$

$$EIRP = 20$$

3. RSL

$$RSL = EIRP - L_{Propagasi} + G_{Rx} - L_{Rx}$$

$$RSL = -79.65 \text{ dBm}$$

E. Perencanaan berdasarkan coverage

Tabel 2. Indoor Loss Gedung C Perlantai

	Jenis hambatan	dB	Jumlah	Total (dB)
1	Kaca (glass)	0,8	20	16
2	Beton (Concrete)	3,4	11	37,4
3	Pintu Kayu (wood door)	4	12	48
Total Loss				101,4

Berdasarkan model propagasi COST 231 *multiwall* dengan mengabungkan *free space loss* dan rumus redaman indoor, maka *indoor loss* perlantainya adalah 101,4 dB di hitung :

$$L_T \text{ multiwall model} = L_{FSL} + L_C + \sum_{i=1}^m n_{wi} \cdot L_{wi} + n_f \left[\frac{nf+2}{nf+1} - b \right] L_f$$

$$-34,25 = 20 \log d$$

$$d = 19,39 \text{ m}$$

Didapat radius antenna *indoor* sebesar 19.39 m, maka luas *cell* antenna *omnidirectional* adalah :

$$L = 2,6 d^2$$

$$L = 2,6 (19,39)^2$$

$$L = 977,527 \text{ m}^2$$

F. Perencanaan berdasarkan capacity

Sel *capacity* diperkirakan untuk jumlah user pada tahun ke-5 dari perancangan, faktor pertumbuhan 24% dan di asumsikan pengguna perhari sekitar 60% dari jumlah *user*.

Perhitungan jumlah *user* pada tahun ke-5 adalah :

$$P_n = P_0 (1 + GF)^n = 2017 (1 + 24\%)^5 = 5913$$

$$\text{Total target user} = P_n \times A \times B$$

$$= 5913 \times 0,33 \times 0,6 = 1171$$

Asumsi 40% dari total target *user* melakukan komunikasi yaitu

$$1171 \times 40\% = 468$$

IV. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil pengukuran di lapangan (*walktest*)

Tabel 3. Hasil Walktest Pada Gedung C

No	Lokasi	RSCP (dBm)	Throughput (Kbps)
1	Lantai 1	-87.00	143.13
2	Lantai 2	-85.25	235.77
3	Lantai 3	-93.04	216.89
Rata-rata		-88.43	198.59

Hasil pengukuran *walktest* disesuaikan dengan standar RSCP 3GPP (≥ -80) maka hasil tersebut belum memenuhi standar jadi perlu dilakukan perancangan.

B. Hasil Perhitungan

Jumlah perhitungan antenna di dapat pada perhitungan *coverage* adalah :

- Lantai 1 = 3 antenna
- Lantai 2 = 3 antenna
- Lantai 3 = 3 antenna

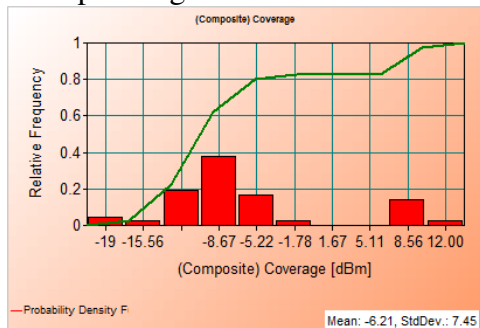
Jumlah perhitungan antenna di dapat pada perhitungan *capacity* adalah :

- Lantai 1 = 2 antenna
- Lantai 2 = 2 antenna
- Lantai 3 = 2 antenna

C. Analisis Simulasi Pada *Radiowave Propagation Simulator*

1. Skenario 1

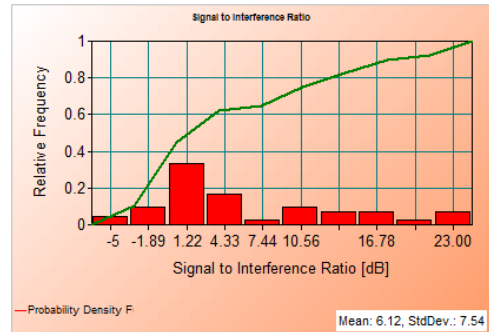
Menggunakan 3 antenna untuk setiap lantai dengan jumlah keseluruhan 9 antenna yang ditempatkan dalam posisi segitiga dengan melekat pada dinding yang di pasang pada setiap lorong.



Gambar 3. Histogram Coverage Skenario 1

Pada grafik diatas menunjukkan hasil *relative frequency* terhadap beberapa

kemunculan berdasarkan cakupan *coverage*. Gambar di atas dapat diartikan bahwa pengguna yang menerima level daya sinyal -6.21 dB sebanyak 39 % dari total seluruhnya 100%.

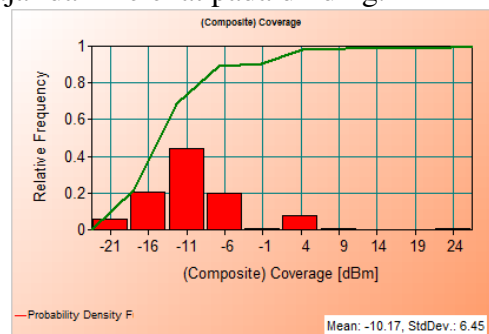


Gambar 4. Histogram SIR Skenario 1

Gambar diatas menunjukkan hasil *relative frequency* terhadap nilai *signal to interference ratio*, yang dapat diartikan bahwa sebanyak 38% *user* mendapat SIR sebesar 6.12 dB yang dalam kondisi normal.

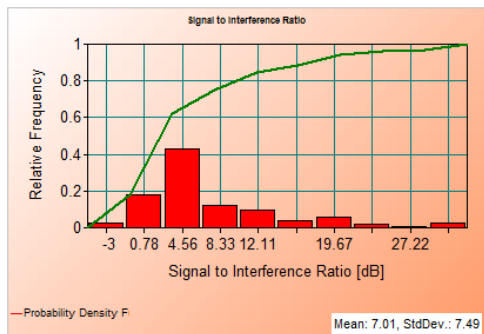
2. Skenario 2

Skenario 2 menggunakan hasil perhitungan *capacity* dan jumlah 2 antenna untuk perlantainya dimana peletakan antenna sejajar dan melekat pada dinding.



Gambar 5. Histogram Coverage skenario 2

Gambar hasil histogram berdasarkan *coverage* menunjukkan bahwa *mean* aalah -10.17 dB dengan relatif frekuensi 0.43, dengan demikian dapat diartikan bahwa sebanyak 43% *user* mendapatkan level daya sinyal -10.17 dBm.



Gambar 6. Histogram SIR Skenario 2

Skenario 2 menampilkan hasil SIR, dimana sebanyak 43% *user* mendapatkan SIR sebesar 7.01 dB.

D. Hasil Akhir Simulasi

Tabel 4. Hasil Akhir Simulasi

Skenario		Skenario 1			Skenario 2		
Lokasi		Lat 1	Lat 2	Lat 3	Lat 1	Lat 2	Lat 3
Standar RSCP	Standar RSCP 3GPP (dBm)	≥80	≥80	≥80	≥80	≥80	≥80
	Standar RSCP Telkomsel (dBm)	≥70	≥70	≥70	≥70	≥70	≥70
Standar throughput LTE (Kbps)		268	268	268	268	268	268
Hasil RSL (dBm)		-71.65	-66.65	-70.65	-65.65	-61.65	-63.65
Rata-rata RSL (dBm)			-69.65			-63.65	
Nilai SIR (dB)		10.60	12.77	9.88	22.33	18.56	22.17
Rata-rata SIR (dB)			11.08			21.02	
Nilai <i>coverage</i> (dBm)		-7.03	-11.32	-5.83	-12.39	-15.74	-13.67
Rata-rata <i>coverage</i> (dBm)			-8.06			-13.93	
Jumlah antenna		3	3	3	2	2	2
Total antenna			9			6	

Berdasarkan hasil RSL dan SIR pada tabel diatas maka nilai skenario 2 dari hasil perhitungan *capacity* merupakan nilai yang

paling baik dan yang cocok digunakan untuk perancangan *indoor* di Gedung C.

E. Alokasi PCI

Tabel 5. Alokasi PCI

	Nomor Antena/FAP	Nomor PCI
Lantai 1	1	462
	2	465
Lantai 2	3	468
	4	471
Lantai 3	5	474
	6	477

Penomoran dilakukan berdasarkan nomor yang sesuai dengan jaringan *indoor* dengan selisih 3 nomor . penomoran dilakukan pada skenario terbaik yaitu skenario 2.

V. KESIMPULAN

Dari penelitian perancangan jaringan LTE *indoor* di Gedung C Fakultas Teknik di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini menggunakan 2 skenario dalam melakukan simulasi, skenario 1 berdasarkan jumlah antenna hasil perhitungan *coverage* dengan peletakan antenna membentuk segitiga melekat di dinding, sedangkan pada skenario 2 berdasarkan jumlah antenna hasil perhitungan *capacity* dengan peletakan antenna sejajar dan melekat pada dinding. Ketinggian antenna 3 meter dari permukaan tanah.
2. Berdasarkan hasil simulasi dengan perhitungan *coverage* menggunakan antenna berdaya pancar 10 dBm, didapat jumlah antenna yang diperlukan adalah 9, dengan nilai rata-rata RSL - 69.65 dBm, nilai rata-rata SIR sebesar 11.08 dB
3. Berdasarkan hasil simulasi dengan perhitungan *capacity*, didapatkan

jumlah antenna sebesar 6 antenna dengan nilai rata-rata RSL sebesar -63.65 dBm, nilai rata-rata SIR sebesar 21.02 dB

4. Nilai rata-rata parameter RSL berdasarkan hasil simulasi skenario 1 sebesar -69.65 dBm dan untuk skenario 2 sebesar -63.65 dBm. Hasil tersebut telah sesuai dengan standar 3GPP (≥ -80 dBm), dan dari perhitungan teori nilai rata-rata RSL didapat -79.65 dBm.
5. Nilai rata-rata SIR yang didapat pada skenario 1 adalah 11.08 dB dan pada skenario 2 didapatkan nilai rata-rata SIR sebesar 21.02 dB. Berdasarkan hasil simulasi maka nilai SIR yang di pilih adalah nilai rata-rata SIR pada skenario 2 karena nilai SIR lebih tinggi dari pada skenario 1.
6. Dari hasil simulasi berdasarkan hasil nilai parameter RSL dan SIR, skenario 2 yang dipilih menjadi skenario terbaik dan sesuai dengan kebutuhan *user* di Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau.
7. Alokasi *Physicall cell indentity* sebanyak 6 nomor sesuai dengan jumlah antenna yang didapat dengan skenario terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrade, C.B & Roger P.F . 2010. *On Indoor Coverage For Industrial Facilities*. Brazil: The 7th International Telecommunication Symposium.
- Atayero, A dkk . 2011. *3GPP Long Term Evolution: Arcitecture, Protocols And Interface. International Journal Of Information And Communication Technology Research*. Jurnal, Volume 1 No.7, <http://www.esjournal.Org>.
- Budiarta, I dkk. 2016. Analisis Kuat Sinyal dan Kualitas Panggilan Jaringan GSM Indoor Dengan TEMS *Investigation* dan *G-Nettrack Pro*. Jurnal, E-journal Spektrum. Volume 3, No.1.
- Deibner, J dkk. 2008. *Radiowave Propagation Simulator*. Dresden: Radioplan.
- Hikmaturokhman, A dkk. 2015. Analisa Model Propagasi COST 231 *Multiwall* Pada Perancangan Jaringan *Indoor Femtocell* HSDPA Menggunakan *Software Radio Propagation Simulator*. Jurnal, Jurusan Teknik Telekomunikasi ST3.
- _____. 2015. Perancangan Jaringan *Indoor* LTE TDD 2300 MHz Menggunakan *Radiowave Propagation Simulator*. Jurnal, Teknik Telekomunikasi ST3.
- _____. 2016. Analysis COST 231 *Multiwall Model On 4G LTE FDD* 1800 MHz and 900 MHz *Femtocell Network Planning*. Purwokerto: JAICT, Volume 1, No.1.
- Kurnia, K dkk. 2012. *Analisis Dan Perancangan Indoor Building Coverage (IBC) Untuk Multioperator Pada Gedung Bidakara 2*. Skripsi Sarjana. Jurusan Teknik Telekomunikasi, Telkom University.
- Riyansyah, D. 2010. *Long Term Evolution dan Komponen Base Tranceiver Station*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Siregar, S & Maksum P. 2013. *Studi Perancangan Jaringan Seluler Indoor*. Medan: Singuda Ensikom, Volume 4, No.3.
- Utami, F.K & Alfin H. 2016. *Perencanaan Femtocell 4G LTE 1800 MHz Studi Kasus Gedung Baru ST3 Telkom*

*Purwokerto. Jurnal, Undip Teknik
Telekomunikasi, ST3.*

Wardana, Lingga dkk. 2015. *4G Handbook
Jilid 2 Edisi Bahasa Indonesia*. Jakarta:
Nulis Buku.